第 38 卷第 5 期 生 态 学 报 Vol.38,No.5
2018 年 3 月 ACTA ECOLOGICA SINICA Mar.,2018

DOI:10.5846/stxb201611272422
刘家根,黄璐,严力蛟.生态系统服务对人类福祉的影响——以浙江省桐庐县为例.生态学报,2018,38(5):1687-1697.
Liu J G, Huang L, Yan L J.Influence of ecosystem services on human well-being: a case study of Tonglu County, Zhejiang Province, China.Acta Ecologica Sinica,2018,38(5):1687-1697.

生态系统服务对人类福祉的影响
——以浙江省桐庐县为例

刘家根[1],黄　璐[1,2],严力蛟[1,*]
1 浙江大学生命科学学院生态研究所,杭州　310058
2 杭州电子科技大学浙江省杭电智慧城市研究中心,杭州　310012

摘要:近年来,生态系统变化与人类福祉间的关系成为生态学领域的研究热点。基于桐庐县农业生产及土地利用情况,采用谢高地提出的生态系统服务价值当量表,对其进行了较有针对性地修正,据此计算桐庐县生态系统服务价值,以 HDI(人类发展指数,Human Development Index)作为衡量人类福祉的指标,最后分析两者之间的相关关系,以探究生态系统服务对人类福祉的影响。研究结果显示:2005—2008 年,生态系统服务价值平均每年减少 0.157%,2009—2014 年生态系统服务价值平均每年减少 0.0948%,且两个时期的生态系统服务价值减少速率均都呈现逐年减少的趋势。人类发展指数一直在升高,其中 2006 年增长最多,达 3.15%,2013 年最少仅为 0.64%,其中教育、预期寿命和经济这 3 个维度中经济指数增长最快,发展势头最为明显。但总体看来,2005—2014 年期间桐庐县 HDI 的增长速度在不断减缓。表明桐庐县经济发展势头迅猛,经济社会快速发展。因此构成 HDI 的经济指标增长比较显著,从而促使 HDI 逐年增长。但随着桐庐县各行业用地需求不断增大,可耕作和建设的土地资源更加紧缺,保护与建设耕地难度越来越大,以致生态系统服务价值进一步缩减。生态系统服务价值与 HDI 及构成 HDI 的经济指数都呈现负相关关系,其中 2005—2008 年在控制经济指数的情况下,各项生态系统服务价值与教育指数均呈现显著正相关关系,随着生态系统服务价值的减少,HDI 的增长速率不断降低。表明经济因素的高度发达,在一定程度上减缓了生态系统服务价值减少对人类福祉的负面影响,且生态系统服务对人类福祉的影响具有一定的滞后性。在特定的社会经济条件下,生态系统服务价值与教育会产生积极的相互作用。根据变化趋势,随着生态系统服务价值不断减少,人类福祉最终还是会受到负面影响。

关键词:生态系统服务价值;人类发展指数;人类福祉;桐庐县

Influence of ecosystem services on human well-being: a case study of Tonglu County, Zhejiang Province, China

LIU Jiagen[1], HUANG Lu[1,2], YAN Lijiao[1,*]
1 *College of Life Sciences, Zhejiang University, Hangzhou* 310058, *China*
2 *Smart City Research Center of Zhejiang Province, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou* 310012, *China*

Abstract: In recent years, the relationship between ecosystem changes and human well-being has become a hot topic in ecological research. In the present study, we calculated the ecosystem services value of Tonglu County using agricultural production and land utilization data and a revised version of Xie Gaodi's ecosystem services value equivalent table. We also used the human development index (HDI) as a measure of human well-being and analyzed the correlation between Tonglu's ecosystem services value and the HDI to determine the effect of ecosystem services on human well-being. We found that the ecosystem services value declined by an average of 0.157% from 2005 to 2008 and by an average of 0.0948% from 2009 to

基金项目:国家重点研发计划课题项目(2016YFC0502704);国家科技支撑计划课题项目(2014BAL07B02)
收稿日期:2016-11-27;　　**网络出版日期**:2017-11-21
*通讯作者 Corresponding author.E-mail: yanlj@ zju.edu.cn

2014 and that the rate of reduction decreased yearly from 2005 to 2014. In contrast, the HDI increased from 2005 to 2014, and its growth rate reached a maximum of 3.15% and minimum of 0.64% in 2006 and 2013, respectively. In the three dimensions of education, life expectancy and economy, economy exhibited more rapid growth and a more obvious development momentum. However, the overall growth rate of the HDI of Tonglu County gradually decreased from 2005 to 2014, which indicated the rapid development of Tonglu's economy and society. Accordingly, the economic indicators that constituted the HDI had increased significantly, thereby contributing to the annual growth of HDI. However, with Tonglu's increasing land use, the land resources available for farming and construction became more scarce, and it became increasingly difficult to protect and develop arable land, which will further reduce the ecosystem services value. From 2005 to 2008, in the case of controlling the economic index, there was a significant positive correlation between the indices of ecosystem services and those of education. More specifically, the ecosystem services value and growth rate of HDI decreased simultaneously. Therefore, we also concluded that high-development economic elements alleviate the negative impact of ecosystem services value reduction on human well-being and that the negative influence of ecosystem services on human well-being is not immediate. Furthermore, under certain social and economic conditions, there will be a positive interaction between the ecosystem services value and education. In conclusion, human well-being will suffer as ecosystem services decrease.

Key Words: ecosystem services value; Human Development Index; human well-being; Tonglu County

生态系统服务是指通过生态系统的结构、过程和功能直接或间接得到的生命支持产品和服务,包括供给服务、调节服务、文化服务和支持服务,这些服务功能的可持续供给是经济社会可持续发展的基础,对人类提供的直接福利[1]。生态系统服务价值的评价最早起源于 19 世纪中期,直到 1997 年 Costanza 等[2]明确提出了生态系统服务价值的估算原理及方法。我国众多生态学家对生态系统系统服务功能及价值评估方法进行了系统探索,其研究主要集中于对森林、草地和水体等典型生态系统服务进行分析和经济评估[3]。李金昌等人[4]从生态学、经济学角度对生态系统评价进行了深入研究;赵同谦、欧阳志云等[5-6]通过调整研究方法分别从不同角度对生态系统的价值进行了估算。谢高地等[7-8]基于 Costanza 等提出的评价模型,综合国内 200 余位生态学家的的研究成果,得出"中国生态系统生态服务价值当量因子表"。该表比以往评价方法更适合我国的生态系统服务价值评估,具有更强的针对性[9]。

根据千年生态系统评估(Millennium Ecosystem Assessment, MA)报告,在过去的 50 年里,全球范围内已有 63%的生态系统服务出现了严重衰减,而且各类生态系统服务在未来 50 年内仍会急剧下降[10],极大地损害和威胁着人类的福祉,影响人类的幸福感。人类福祉是生态系统服务研究的根本出发点,也是实现生态系统服务与人类福祉的协同发展和进行生态系统服务管理的重要目的之一,只有明确两者的关系,才可以采取相对应的管理措施来实现生态系统服务和人类福祉的"双赢发展"[11]。人类福祉是有关人类学、经济学、心理学、社会学和其他社会科学的概念[12],是一种人们正在享受的有价值的体验[13]。Costanza 认为生态系统服务是指人类从生态系统中获得的利益[2]。人类通过对生态系统服务的消费来满足和提高自身福祉[13]。生态系统服务的水平和能力取决于生态系统本身的功能,生态系统变化的非线性和可变关系导致了生态系统服务变化是一个复杂的过程,某一生态服务可以影响人类福祉的好几种要素,各种生态服务之间可能存在权衡效应[14]。了解生态系统服务价值对人类福祉的影响,加强对生态系统服务价值与人类福祉之间关系的研究,对于加强生态系统服务管理、引导和规范人类活动,进而协调生态系统服务保护与社会经济发展之间的关系,提升人类福祉具有重要意义。目前对于两者的关系缺乏系统的研究方法,在实际研究中,一般采用人类发展指数(Human Development Index, HDI)、国家福利指数(National Welfare Index, NWI)[15]衡量人类福祉,以研究生态系统服务与其之间的关系。其中 HDI 由联合国提出,该指数包括由预期寿命指数、教育指数和经济指数三部分构成[16],能在一定程度上的反映人类福祉的整体状况。

目前,大多数学者借助 HDI 对生态系统服务与人类福祉间关系进行的研究主要集中在国家或区域等较大尺度上,在县域尺度上鲜有研究。本文根据 2004—2014 年桐庐县农业生产及土地利用情况,将生态系统服务价值当量表进行了修正,通过计算桐庐县的生态系统服务价值和人类发展指数,并分析两者之间的相关关系,以期为揭示生态系统服务价值对人类福祉的影响的机理提供依据。

1　研究区域概况

桐庐县位于浙江省西北部,地处钱塘江中游,介于 29°35′—30°05′N 和 119°10′—119°58′E 之间(图 1)。全境东西长约 77km,南北宽约 55km。总面积 1825km²。地形以丘陵山区为主,平原稀少,属浙西中低山丘陵区。四周群山耸峙,中部为狭小河谷平原,山地与平原间则丘陵错落。富春江由南而北纵贯县境东部,分水江自西北向东南汇入富春江。在全县土地面积中,山地丘陵占 86.3%,平原、水域占 13.7%。桐庐县气候属亚热带季风气候,四季分明,日照充足,降水充沛。一年四季光、温、水基本同步增减,配合良好,气候资源丰富。

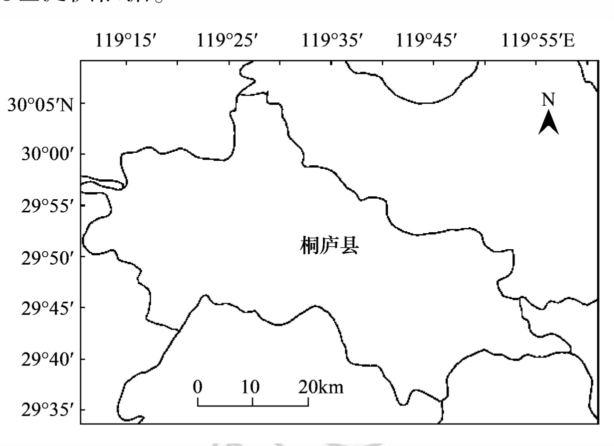


图 1　桐庐县地理位置示意图

Fig.1　Location of Tonglu County

2015 年,桐庐县地区生产总值达 335.84 亿元,年均增长 9.0%,人均生产总值达 82091 元。城镇和农村居民人均可支配收入分别达到 39348 元和 22504 元,年均增长 10.4%和 12.1%。固定资产投资五年累计达 886.57亿元。全县城镇化率达 65.0%。先后荣获国际人居环境示范奖、全国文明县城、国家级生态县、国家园林县城、中国最美县、中国长寿之乡、中华宝钢环境奖等荣誉,跻身全国县域经济竞争力百强县,桐庐的美誉度、知名度得到极大提升。

2　研究方法

2.1　数据收集

2004—2008 年的土地利用数据通过查阅《桐庐县土地志》获得,2009—2014 年的土地利用数据由桐庐县国土局提供,经济社会数据通过查阅桐庐县人民政府工作报告及桐庐县统计年鉴获得,部分数据由桐庐县统计局提供。

2.2　生态系统服务价值评估

谢高地等[7-8,17]参考其可靠的部分,制定出了中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值当量因子表(表 1)。他们的研究成果成为此后国内外诸多研究引用的典范。

其中生态系统服务价值的计算方法为:

$$\mathrm{ESV} = \sum T_i \times S_i$$

式中,ESV 为生态系统服务价值;T_i为研究区第 i 种土地利用类型面积;S_j为生态系统服务价值系数,即第 i 种土地利用类型单位面积的生态服务价值[18]。

参考谢高地的研究成果,本文将研究区的土地利用类型分为:林地、草地、农田、水体、未利用土地和建设用地等 6 类,具体土地利用分类见表 1。

2.3　人类发展指数

国外学者[16]借助 HDI 综合表达建设资本和人类资本两种要素,仅用 HDI 便能很好地体现生活满意度指数的重要变化,该研究通过回归模型分析发现了生态系统服务价值和 HDI 在国家尺度上解释人类福祉的重要性。国内一些学者也认为使用 HDI 评估人类福祉是较好的出发点[19]。

表 1 土地利用分类

Table 1 Classification of land use

土地利用类型 Land-use type	内容描述 Description of content
林地 Forest	有林地、灌木林、疏木林、未成林造林地、迹地、苗圃
草地 Grassland	牧草地(天然草地、改造草地、人工草地)
农田 Cropland	耕地(灌溉农田、望天田、旱地、荒地)、园地(果园、桑园、茶园、其他园地)
建设用地 Construction	农民居点及工矿用地、交通用地
水体 Water body	河流水面、湖泊水面、水库水面、坑塘水面、滩涂、沟渠
未利用土地 Unused land	空闲地、田坎、盐碱地、沙地、裸地

联合国开发计划署(UNDP)1990 年创立了人类发展指数(HDI)[13],它是衡量包括生活质量在内的社会发展的核心指标,由预期寿命指数、教育指数和经济指数 3 个分项指数构成,用这 3 方面成就来衡量人类的发展:健康长寿的生命,用出生时期望寿命来表示;受教育程度,用成人识字率和大中小学综合入学率来表示;人们的生活水平,用人均 GDP 计算出,为便于国家比较,把各国的人均 GDP 核算成美元购买力平价(Purchasing Power Parity, PPP)来衡量实际人均收入(图 2)。

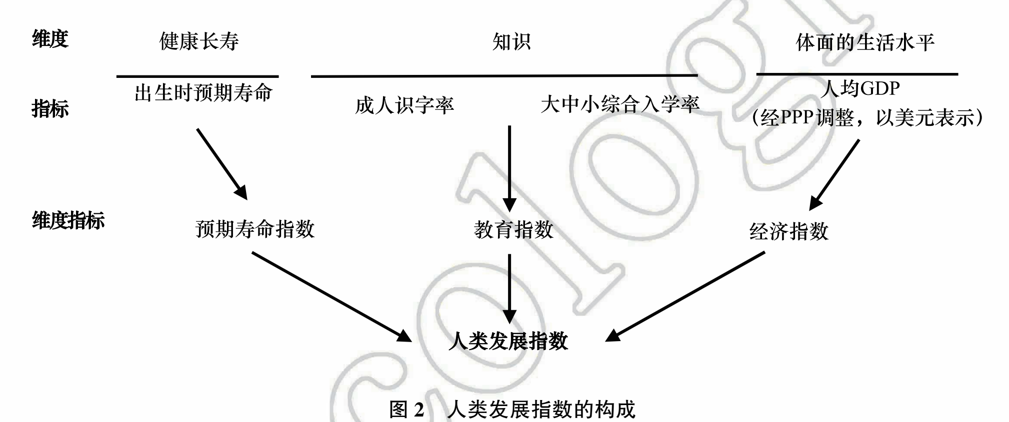


图 2 人类发展指数的构成

Fig.2 The composition of Human Development Index

关于人类发展指数的测量方法从 1990 年以来出现过变动,由于数据收集原因及横向对比,本研究的人类发展指数采用 2010 年以前的计算方法。现在的具体测量方法是:想要计算某个国家或地区人类发展指数,首先需计算出预期寿命指数、教育指数和经济指数的数值。要想计算出这 3 个方面的指数,先选定每个基本指标的最小和最大值,即“阈值”,然后通过以下公式计算出每个分项指标的指数,结果表示为 0 到 1 之间的数值:

$$\text{分项指标} = \frac{\text{实际值} - \text{最小值}}{\text{最大值} - \text{最小值}}$$

其中教育指数计算公式为:

$$\text{教育指数} = \text{成人识字率} \times \frac{2}{3} + \text{综合入学率} \times \frac{1}{3}$$

经济指数计算公式:

$$\text{经济指数} = \frac{\ln(\text{实际值}) - \ln 100}{\ln 40000 - \ln 100}$$

HDI 计算公式:

$$\text{HDI} = \frac{1}{3}(\text{预期寿命指数}) + \frac{1}{3}(\text{教育指数}) + \frac{1}{3}(\text{经济指数})$$

各项指标的最大值或最小值(阈值)是客观的阈值或人为规定的。3 方面的阈值是:出生时的预期寿命,

最大为 85 岁,最小为 25 岁;成人识字率,最大为 100%,最小为 0;综合入学率,最大值为 100%,最小值为 0;人均 GDP(美元),最大值为 40000 美元,最小值为 100 美元(人均 GDP100 美元为国际贫困线)。HDI 的最终数值就是这 3 个方面指数的简单平均值[20]。

2.4　相关性分析

利用 Excel 和 SPSS 20 软件,通过皮尔森相关系数(Pearson correlation coefficient)[21]分析生态系统服务价值与 HDI 的相关性,以反映生态系统服务价值与 HDI 之间的线性相关程度。

3　结果与分析

3.1　生态系统服务价值

本研究基于谢高地等人提出的"中国生态系统单位面积生态服务价值当量"。谢高地等研究发表该方法至今已有 10 余年,原估算 884.9 元/hm^{2}的生态系统服务价值当量因子因通货膨胀等因素的影响已经不能完全适用。为确定符合浙江省发展与用地特征的生态系统服务价值系数,参考 2004—2014 年桐庐县统计年鉴中桐庐县这 11 年来的谷物、豆类、薯类等粮食的亩产量,种植面积占比及其对应的产值,计算出平均产量和单价,由此得出以 2014 年为基准年,生态服务价值当量因子的价值量为 2839.43 元/hm^2,转换系数为 1.76,由此计算得到 2014 年浙江省桐庐县生态系统单位面积生态服务价值当量表(表 2)[7-8,22]。

表 2　2014 年浙江省桐庐县生态系统单位面积生态服务价值当量/(元/ hm^2)

Table 2　Ecosystem services value unit area of Tonglu County, Zhejiang Province in 2014

一级类型 Level 1	二级类型 Level 2	森林 Forest	草地 Grassland	农田 Cropland	水体 Water body	未利用土地 Unused land
供给服务 Provisioning	食物生产	532.3931	693.7244	1613.313	855.0556	32.26625
	原材料生产	4807.671	580.7925	629.1919	564.6594	64.5325
调节服务 Regulating	气体调节	6969.51	2419.969	1161.585	822.7894	96.79875
	气候调节	6566.182	2516.768	1564.913	3323.424	209.730625
	水文调节	6598.448	2452.235	1242.251	30281.88	112.931875
	废物处理	2774.898	2129.573	2242.504	23957.69	419.46125
支持服务 Supporting	保持土壤	6485.516	3613.82	2371.569	661.4581	274.263125
	维持生物多样性	7276.039	3016.894	1645.579	5533.662	645.325
文化服务 Cultural	提供美学景观	3355.69	1403.582	274.2631	7163.108	387.195
合计 Total		45366.35	18827.36	12745.17	73163.72	2242.50438

通过谢高地的生态系统服务价值的估算方法,结合表 2 的单位面积生态服务价值当量,得到研究区 2005—2014 年的生态系统服务价值(图 3)。由于 2005—2008 年与 2009—2014 年土地利用数据统计口径有变化,所以分成两组进行分析。

从图 3 可以看出两个时期的生态系统服务价值都逐年下降,但总体而言研究区的生态系统服务价值相对稳定,价值变化平稳。在生态系统服务价值中,各项服务提供的价值占比变化不大:调解服务>支持服务>供给服务>文化服务。2005—2008 年,生态系统服务价值平均每年减少 0.157%,2009—2014 年生态系统服务价值平均每年减少 0.0948%,且两个时期的生态系统服务价值减少速率均都呈现逐年减少的趋势。

3.2　人类发展指数

本文的 HDI 中教育指数中的成人识字率由桐庐县人民政府官网上的公布的 2000 年和 2010 年的人口普查数据中文盲率数据,2014 年和 2015 年官方预计文盲率数据进行外推和内插法获得。小中大综合入学率由桐庐县统计年鉴上的数据整理计算而得,经济社会数据通过查阅桐庐县人民政府工作报告及桐庐县统计年鉴获得,其中 PPP(购买力平价,Purchasing Power Parity)转化因子(以美元表示,消除通货膨胀)由世界银行官网(http://www.shihang.org/)收集整理所得;平均预期寿命由桐庐县疾病预防与控制中心提供。

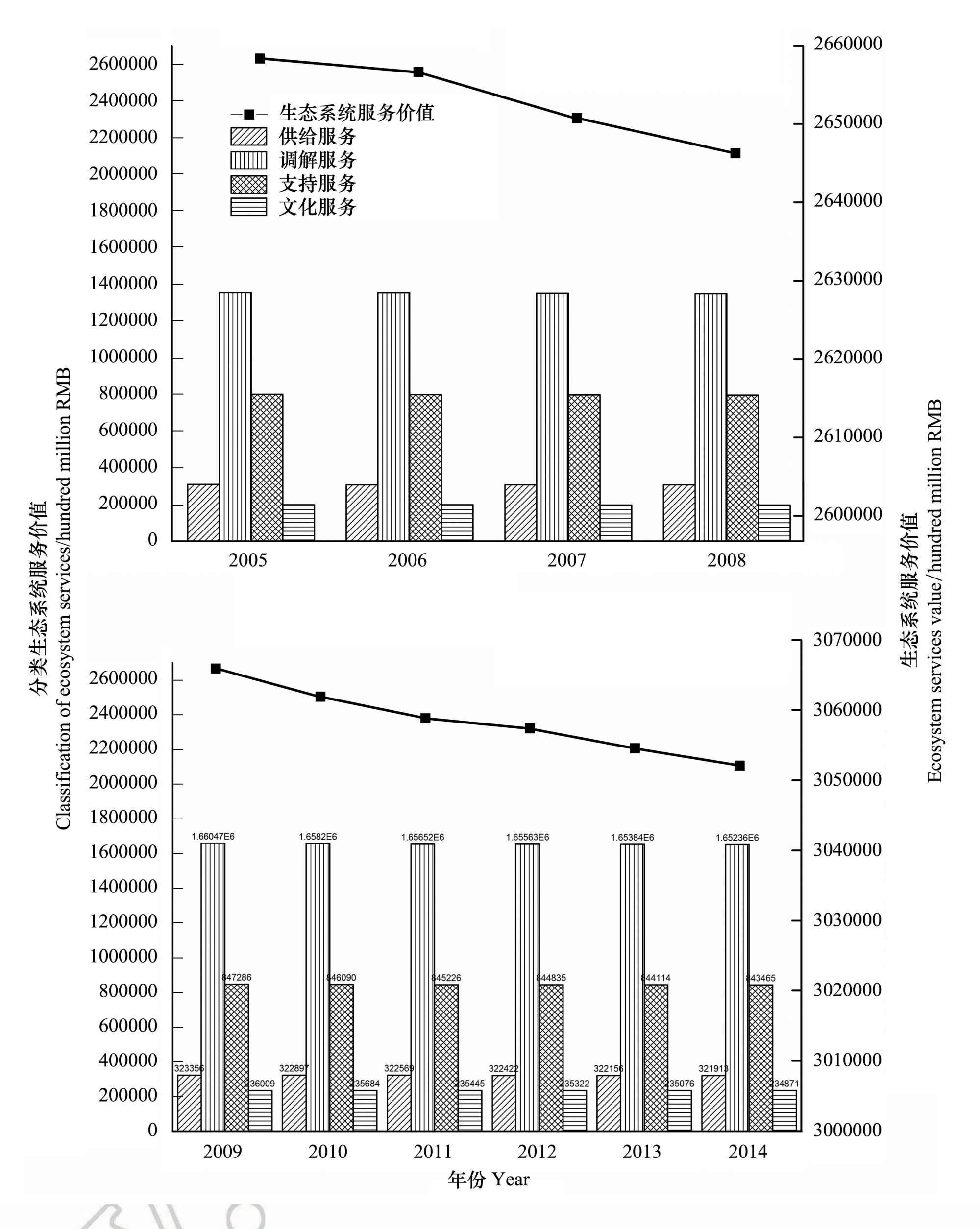


图 3　2005—2014 年浙江省桐庐县生态系统服务价值(以 2014 年为基准年)

Fig.3　Ecosystem services value of Tonglu County, Zhejiang Province from 2005 to 2014 (based on 2014)

从图 4 可知,人类发展指数一直在升高,其中 2006 年增长最多,达 3.15%,2013 年最少仅为 0.64%,其中教育、预期寿命和经济这 3 个维度中经济指数增长最快,发展势头最为明显。但总体看来,2005—2014 年期间桐庐县 HDI 的增长速度在不断减缓。

3.3　相关分析

用皮尔森相关系数法对生态系统服务价值和 HDI 进行双变量相关分析进行相关性分析,采用双侧检验,结果如表 3 和表 4。

从表 3 可知,生态系统服务价值及其构成的供给服务价值、调节服务价值、支持服务价值和文化服务价值与人类发展指数中的经济指标在 0.05 水平(双侧)上呈现显著负相关关系。从表 4 可知,生态系统服务价值及其构成的供给服务价值、调节服务价值、支持服务价值和文化服务价值与人类发展指数和其二级经济指标在 0.01 水平(双侧)上呈现极为显著的负相关关系。

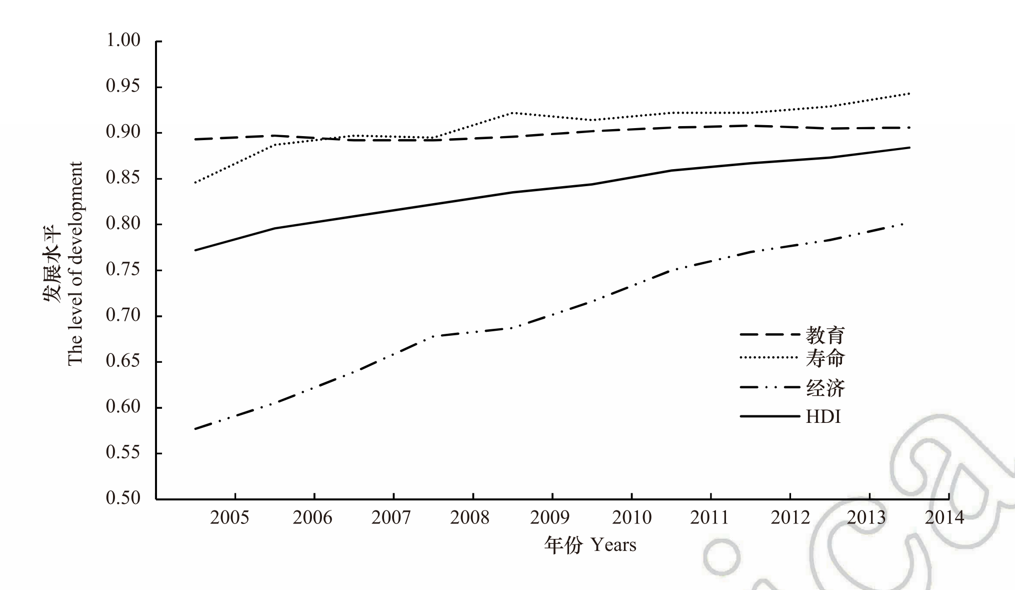


图 4　人类发展指数

Fig.4　Human Development Index

表 3　2005—2008 年相关分析

Table 3　Correlation analysis from 2005 to 2008

评价指数 Valuation index		供给 Provisioning	调节 Regulating	支持 Supporting	文化 Cultural	生态系统服务价值 Ecosystem services value, ESV
教育 Education	相关性	0.583	0.579	0.585	0.579	0.581
	显著性	0.417	0.421	0.415	0.421	0.419
寿命 Lifetime	相关性	−0.744	−0.748	−0.744	−0.746	−0.746
	显著性	0.256	0.252	0.256	0.254	0.254
经济 Economy	相关性	−0.989 *	−0.99 *	−0.989 *	−0.99 *	−0.989 *
	显著性	0.011	0.01	0.011	0.01	0.011
人类发展指数 Human Development Index, HDI	相关性	−0.934	−0.936	−0.934	−0.935	−0.935
	显著性	0.066	0.064	0.066	0.065	0.065

* 在 0.05 水平上(双侧)上显著相关

表 4　2009—2014 年相关分析

Table 4　Correlation analysis from 2009 to 2014

评价指数 Valuation index		供给 Provisioning	调节 Regulating	支持 Supporting	文化 Cultural	ESV
教育 Education	相关性	−0.807	−0.765	−0.803	−0.771	−0.78
	显著性	0.052	0.076	0.054	0.072	0.067
寿命 Lifetime	相关性	−0.755	−0.792	−0.76	−0.787	−0.78
	显著性	0.083	0.06	0.08	0.063	0.067
经济 Economy	相关性	−0.993 **	−0.989 **	−0.993 **	−0.99 **	−0.991 **
	显著性	0	0	0	0	0
HDI	相关性	−0.99 **	−0.99 **	−0.991 **	−0.991 **	−0.991 **
	显著性	0	0	0	0	0

** 在 0.01 水平上(双侧)上显著相关

基于以上分析,本文采用偏相关分析,控制经济指数,进一步分析生态系统服务价值与人类发展水平的相关关系,结果如表 5 和表 6。根据表 5 的数据显示,在控制经济指数的情况下,各项生态系统服务价值与教育

指数均呈现显著正相关关系,显著性大于95%。表6表明2009—2014年期间排除经济指数的影响后,生态系统服务与人类发展水平没有呈现显著的相关关系。

表5 2005—2008年控制经济指数的相关分析

Table 5 Correlation analysis of controling economic index from 2009 to 2014

评价指数 Valuation index		供给 Provisioning	调节 Regulating	支持 Supporting	文化 Cultural	ESV
教育 Education	相关性	1*	0.999*	0.999*	1*	0.999*
	显著性	0.015	0.021	0.024	0.008	0.027
寿命 Lifetime	相关性	0.640	0.632	0.628	0.648	0.625
	显著性	0.558	0.564	0.567	0.551	0.570
HDI	相关性	0.731	0.725	0.721	0.739	0.719
	显著性	0.478	0.484	0.487	0.471	0.490

* 在0.05水平上(双侧)上显著相关

表6 2009—2014年控制经济指数的相关分析

Table 6 Correlation analysis of controling economic index from 2009 to 2014

评价指数 Valuation index		供给 Provisioning	调节 Regulating	支持 Supporting	文化 Cultural	ESV
教育 Education	相关性	0.251	0.678	0.318	0.636	0.570
	显著性	0.684	0.209	0.602	0.249	0.315
寿命 Lifetime	相关性	-0.103	-0.502	-0.165	-0.460	-0.413
	显著性	0.869	0.389	0.791	0.435	0.489
HDI	相关性	-0.008	-0.408	-0.068	-0.365	-0.317
	显著性	0.989	0.495	0.913	0.546	0.604

4 讨论与结论

4.1 讨论

4.1.1 生态系统服务价值变化的原因

由于桐庐县是典型的山区县,人多地少,土地资源稀缺,用地需求很大,在社会经济发展的同时,人类与自然环境之间的用地矛盾日益突出。所以生态系统服务价值在逐年减少。但是党的“十八大”以来将生态文明建设提到前所未有的高度,加快生态文明建设,提高资源环境承载能力,成为经济社会发展的迫切要求。2010年8月浙江省出台《中共浙江省委关于推进生态文明建设的决定》,桐庐县按照省、市要求,全力推进生态建设[23]。近几年,桐庐县以美丽乡村建设为突破点大力推进新农村建设,通过开展“千村示范万村整治”工程,大力改善农村人居环境,推进美丽乡村建设,保留农村田园自然风光秀美、绿色生态环境优势和农村宁静美丽的自然特质[24]。因此近年来生态系统服务价值缩减速率减缓明显。

4.1.2 桐庐县人类发展水平

在过去几十年间,世界上大部分国家的人类发展水平均都有所提高,数十亿人的生活已经显著改善。《2014年人类发展报告》将人类发展水平分成4个层次,分别是低等人类发展水平、中等人类发展水平、高等人类发展水平和极高人类发展水平。桐庐县2010年和2013年的人类发展指数分别为0.844和0.873,这两年都处于高等人类发展水平。2010年和2013年东亚和太平洋地区的人类发展指数分别是0.688和0.703;2010年和2013年人类发展指数的全球平均值分别是0.688和0.703,桐庐县远远超过这一水平。桐庐县2008—2013年人类发展指数的年均增长率约为1.2%,高于东亚和太平洋地区的国家人类发展指数的年均增长率。表明桐庐县的人类发展水平提高速度较快。

4.1.3　生态系统服务价值与人类福祉之间的关系

生态系统服务的变化可以通过供给服务、调节服务和文化服务以及维持其他服务所必需的支持服务对人类产生直接影响,也可以通过影响安全保障、维持高质量生活所需要的基本物质条件、健康以及社会与文化关系等对人类产生间接影响,但二者之间并不是一种简单线性关系。某些生态系统服务的变化可以提高人类发展水平,而另一些生态系统服务的变化则对其造成严重损害;同时,人类发展水平的变化状况直接或间接影响着生态系统的变化[9]。

生态系统服务与人类福祉评估框架中指出,生态系统提供的供给、调节和文化服务影响着人类的安全、维持高质量生活的基本物质条件、良好的社会关系等人类福祉(图 5)。图 5 中箭头的线条越粗,表示通过经济因素的调节潜力越大;箭头上带有圆越大,表示生态系统服务对人类福祉影响力越强[10]。

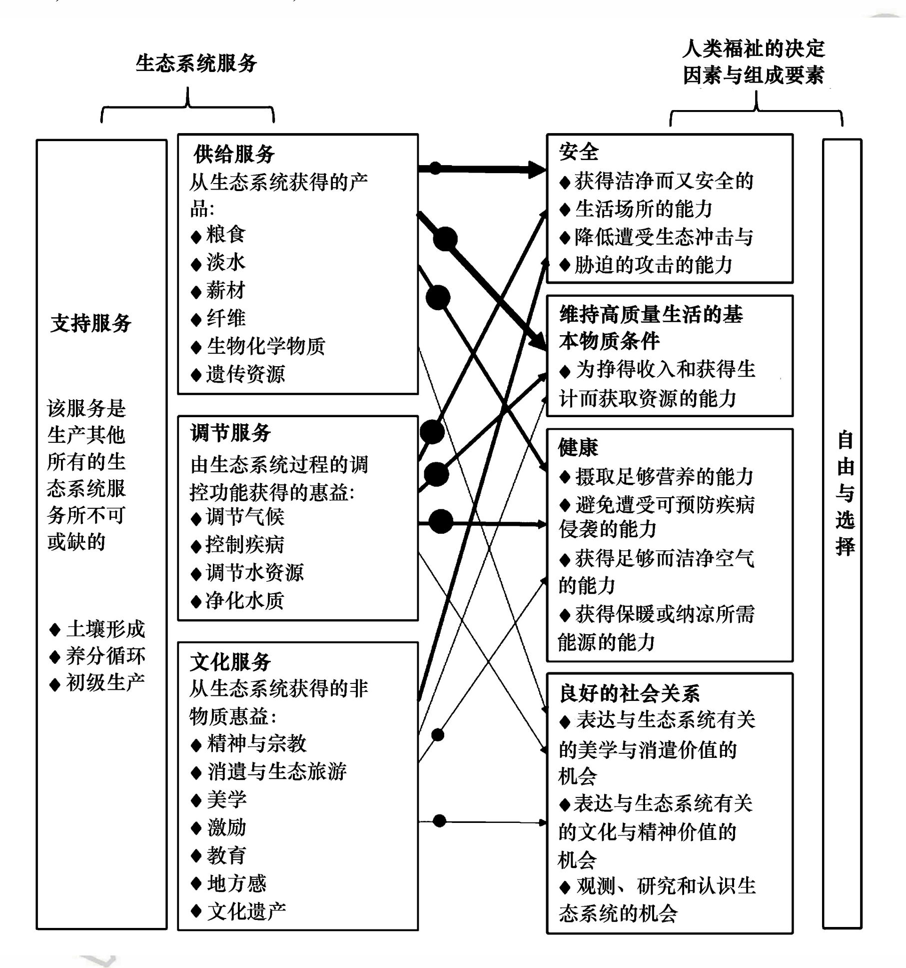


图 5　生态系统服务与人类福祉关系[10]

Fig.5　The relation between ecosystem services and human welfare

许多人预计生态系统退化对人类福祉产生负面影响,从 1864 年 George Perkins Mars 的《人与自然》至今,科学家们描述了自然提供的许多服务的恶化正在危及人类的福祉[25]。本文通过计算研究区的生态系统服务价值以及人类发展指数,并通过两者之间的相关性分析研究生态系统服务价值和人类福祉之间的关系,结果与分析表明,研究区生态系统服务价值在逐年降低,但是人类发展指数却在逐年升高,生态系统服务价值和人类发展指数呈现负相关关系。产生这种现象的原因可能有两个,一是随着人类的科学技术高度发展,人类的生活方式得到了很大的改变,高度发达的科学技术在一定程度上使人类摆脱了自然的束缚。科技是第一生产力,而经济指数的提升在一定程度上代表科技的发展。通过计算两者的相关性分析可知生态系统服务价值与人类发展指数中的经济指数呈现显著的负相关关系,可能是发达的科学技术在一定程度上影响了人类的福

祉。二是生态系统服务价值的变化对人类福祉的影响具有一定的滞后性。

通过偏相关分析,发现 2005—2008 年在控制经济指数的情况下,各项生态系统服务价值与教育指数均呈现显著正相关关系。生态系统提供的文化服务影响着教育的同时,教育反过来也对生态系统服务价值产生一定的影响。人类通过教育使更多人意识到生态文明建设的重要性,可持续发展思想和科学发展观逐渐深入人心,对生态系统服务价值有积极的影响。

4.2 结论

近年来,桐庐县经济发展势头迅猛,经济社会快速发展。因此构成 HDI 的经济指标增长比较显著,从而促使 HDI 逐年增长。随着桐庐县各行业用地需求不断增大,可耕作和建设的土地资源更加紧缺,保护与建设耕地难度越来越大,以致生态系统服务价值进一步缩减。从结果与分析可知,生态系统服务价值在逐年降低的同时 HDI 却在逐年升高,两者之间呈现负相关的关系,其中生态系统服务价值与构成 HDI 的经济指标也呈现显著的负相关关系。但就其变化的速率来看,生态系统服务价值的降低的同时,HDI 增长速率减慢。这表明经济因素的高度发达,在一定程度上减缓了生态系统服务价值减少对人类福祉的负面影响,且生态系统服务对人类福祉的影响具有一定的滞后性。但根据变化趋势,随着生态系统服务价值不断减少,人类福祉最终还是会受到负面影响。通过偏相关分析,发现 2005—2008 年在控制经济指数的情况下,各项生态系统服务价值与教育指数均呈现显著正相关关系,表明在特定的社会经济条件下,生态系统服务价值与人类教育会产生积极的相互作用。

5 不足与展望

本文通过对浙江省桐庐县的生态系统服务价值与人类发展指数进行相关性研究,以弥补国内关于生态系统服务价值对人类福祉的影响领域的研究不足。但对于生态系统服务价值和人类福祉的评估方法有很多,且指标体系存在较大争议,还有很多工作需要深入研究:(1)生态系统服务价值的评估方法和人类福祉的指标构成体系需要完善。本文基于谢高地等人生态系统服务价值当量表对生态系统服务价值进行评估,用人类发展指数衡量人类福祉,方法比较单一;(2)研究时间和空间有待拓展。本文研究的时间跨度较小,且由于统计口径的原因造成研究数据被分为两组。采用偏相关分析研究中只有 2005—2008 年的结果显示在控制经济指数的情况下,各项生态系统服务价值与教育指数均呈现显著正相关关系,这可能是 2005—2008 年特定的社会经济环境造成的,也可能是研究时间跨度不够造成的。另外,本文只对浙江省桐庐县进行研究,没有与中国其他区县进行对比分析,无法找出与其他相同的行政级别地区的差别。后续研究中将结合国内外的研究进展,完善相关生态服务价值估算方法及人类福祉指标体系,并且扩大研究的时间跨度和范围。

致谢:感谢桐庐县国土局、统计局、疾病预防控制中心、横村镇人民政府等部门在数据上的支持,特此致谢。

参考文献(References):

[1] 秦传新, 陈丕茂, 张安凯, 袁华荣, 李国迎, 舒黎明, 周艳波, 黎小国. 珠海万山海域生态系统服务价值与能值评估. 应用生态学报, 2015, 26(6): 1847-1853.

[2] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997, 387(6630): 253-260.

[3] 贾军梅, 罗维, 杜婷婷, 李中和, 吕永龙. 近十年太湖生态系统服务功能价值变化评估. 生态学报, 2015, 35(7): 2255-2264.

[4] 王兵, 鲁绍伟, 尤文忠, 任晓旭, 邢兆凯, 王世明. 辽宁省森林生态系统服务价值评估. 应用生态学报, 2010, 21(7): 1792-1798.

[5] 赵同谦, 欧阳志云, 郑华, 王效科, 苗鸿. 中国森林生态系统服务功能及其价值评价. 自然资源学报, 2004, 19(4): 480-491.

[6] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价. 应用生态学报, 1999, 10(5): 635-640.

[7] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 肖玉, 陈操. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法. 自然资源学报, 2008, 23(5): 911-919.

[8] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 郑度, 李双成. 青藏高原生态资产的价值评估. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-196.

[9] 肖玉, 谢高地, 安凯. 莽措湖流域生态系统服务功能经济价值变化研究. 应用生态学报, 2003, 14(5): 676-680.

[10] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Washington, DC: Island Press, 2005.
[11] 郑华, 李屹峰, 欧阳志云, 罗跃初. 生态系统服务功能管理研究进展. 生态学报, 2013, 33(3): 702-710.
[12] Smith C L, Clay P M. Measuring subjective and objective well-being: analyses from five marine commercial fisheries. Human Organization, 2010, 69(2): 158-168.
[13] 王大尚, 郑华, 欧阳志云. 生态系统服务供给、消费与人类福祉的关系. 应用生态学报, 2013, 24(6): 1747-1753.
[14] Liu J G, Dietz T, Carpenter S R, Folke C, Alberti M, Redman C L, Schneider S H, Ostrom E, Pell A N, Lubchenco J, Taylor W W, Ouyang Z Y, Deadman P, Kratz T, Provencher W. Coupled human and natural systems. Ambio: A Journal of the Human Environment, 2007, 36(8): 639-649.
[15] Anand S, Sen A K. Human development index: methodology and measurement. New York: Human Development Report Office Occasional Paper, 1994.
[16] Vemuri A W, Costanza R. The role of human, social, built, and natural capital in explaining life satisfaction at the country level: toward a national well-being index (NWI). Ecological Economics, 2006, 58(1): 119-133.
[17] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 陈文辉, 李士美. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1243-1254.
[18] 曾杰, 李江风, 姚小薇. 武汉城市圈生态系统服务价值时空变化特征. 应用生态学报, 2014, 25(3): 883-891.
[19] 代光烁, 余宝花, 娜日苏, 董孝斌. 内蒙古草原生态系统服务与人类福祉研究初探. 中国生态农业学报, 2012, 20(5): 656-662.
[20] 朱成全, 李立男. 人类发展指数的拓展研究. 中共南京市委党校学报, 2009, (1): 99-103.
[21] Benesty J, Chen J D, Huang Y T, Cohen I. Noise Reduction in Speech Processing. Berlin Heidelberg: Springer, 2009: 4097-4098.
[22] 魏圆云, 崔丽娟, 张曼胤, 康晓明, 马牧源, 赵欣胜. 基于生态系统服务价值的湿地恢复工程效益分析——以北京市延庆县蔡家河为例. 生态学报, 2015, 35(13): 4287-4294.
[23] 沈娜娉, 陈新峰. 县域色彩林业建设规划总体布局探讨——以浙江省桐庐县为例. 华东森林经理, 2015, 29(3): 50-54.
[24] 胡群, 孔令亚. 因地制宜 科学规划 突出重点——桐庐县“三措施”助力美丽乡村建设. 浙江国土资源, 2014, (2): 56-57.
[25] Raudsepp-Hearne C, Peterson G D, Tengö M, Bennett E M, Holland T, Benessaiah K, Macdonald G K, Pfeifer L. Untangling the environmentalist's paradox: why is human well-being increasing as ecosystem services degrade? BioScience, 2010, 60(8): 576-589.